

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2000-502420

(P2000-502420A)

(43) 公表日 平成12年 2月29日 (2000. 2. 29)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	マーク (参考)
F 0 4 D 3/02		F 0 4 D 3/02	C
H 0 2 K 7/14		H 0 2 K 7/14	A

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 54 頁)

(21) 出願番号 特願平10-513093
 (86) (22) 出願日 平成8年9月26日 (1996. 9. 26)
 (85) 翻訳文提出日 平成10年5月8日 (1998. 5. 8)
 (86) 国際出願番号 PCT/CH96/00335
 (87) 国際公開番号 WO98/11650
 (87) 国際公開日 平成10年3月19日 (1998. 3. 19)
 (31) 優先権主張番号 PCT/CH96/00310
 (32) 優先日 平成8年9月10日 (1996. 9. 10)
 (33) 優先権主張国 世界知的所有権機関 (WO)
 (81) 指定国 EP (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), CA, JP, US

(71) 出願人 ブルツァー エレクトロニクス アクチエンゲゼルシャフト
 スイス国 CH-8409 ヴィンターツール
 ポストファッハ 56 ヘギフェルトシュトラッセ 30
 (71) 出願人 ルスト アントリーブステヒニーク ゲーエムベーハー
 ドイツ連邦共和国 D-35633 ラーナウ
 ポストファッハ 44 ゲヴエルベシュトラッセ 5-9
 (74) 代理人 弁理士 恩田 博宣

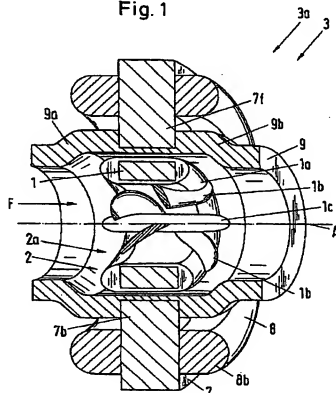
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロータリー・ポンプ及びその駆動方法

(57) 【要約】

本発明のロータリー・ポンプ (3) はハウジング (9) と、同ハウジング (9) の内側に配置された複数のブレード (1b) を有する回転子 (2) とを含み、同回転子 (2) は磁気的に有効な受動回転子部 (1) を有し、ハウジング (9) は固定子 (7) によって取り囲まれ、同固定子 (7) は複数の電気巻線 (8a, 8b, 8c, 8d, 8e, 8f, 8g, 8h) 及び複数の歯 (7a, 7b, 7c, 7d, 7e, 7f, 7g, 7h) を有し、固定子 (7) 及び回転子 (1) はベアリングレス・モータを形成し、回転子部 (1) は複数の電気巻線 (8a, 8b, 8c, 8d, 8e, 8f, 8g, 8h) によって 3 自由度で能動的な制御及び駆動が可能であって、さらに回転子 (2) を駆動可能な無接触の浮動状態でハウジング (9) 内に配置するために、受動的に作用する磁気抵抗力によって回転子部 (1) を非能動的制御可能な別の 3 自由度で固定子 (7) 内に保持可能にすべく、回転子部 (1) 及び固定子 (7) の複数の歯 (7a, 7b, 7c, 7d, 7e, 7f, 7g, 7h) は互いに幾何学的に適合する形状を有し、かつ配置されている。

Fig. 1



【特許請求の範囲】

1. ハウジング(9)と、前記ハウジング(9)の内面に配置された複数のブレード(1b)を有する面転子(2)とを含むロータリー・ポンプ(3)であって、前記面転子(2)は磁気的に有効な受動面転子部(11)を有し、前記ハウジング(9)は固定子(7)によって取り囲まれ、前記固定子(7)は複数の電気導線(8a, 8b, 8c, 8d, 8e, 8f, 8g, 8h)及び複数の歯(7a, 7b, 7c, 7d, 7e, 7f, 7g, 7h)を有し、前記固定子(7)及び面転子部(11)はベアリングレス・モータを形成し、前記面転子部(11)は前記複数の電気導線(8a, 8b, 8c, 8d, 8e, 8f, 8g, 8h)によって3自由度での振動的な制御及び駆動が可能であって、さらに面転子(2)を駆動可能な無接点の非動状態でのハウジング(9)内に配置するために、受動的に作用する磁気抵抗力によって面転子部(11)を非能動的制御可能な別の3自由度で固定子(7)内に保持可能にすべく、前記面転子部(11)及び固定子(7)の複数の歯(7a, 7b, 7c, 7d, 7e, 7f, 7g, 7h)は互いに幾何学的に適合する形状を有し、かつ配置されているロータリー・ポンプ。
 2. 前記面転子部(11)は面転輪(A)を有し、前記面転子部(11)及び複数の歯(7a, 7b, 7c, 7d, 7e, 7f, 7g, 7h)は前記軸線方向(A)に沿って高さ(HR)及び高さ(HS)をそれぞれ有し、面転子部(11)の高さ(HR)は複数の歯(7a, 7b, 7c, 7d, 7e, 7f, 7g, 7h)の高さ(HS)に等しいかまたはは等しく、面転子部(11)の直径(DR)は面転子部(11)の高さ(HR)の少なくとも2倍の大きさを有する請求項1に記載のロータリー・ポンプ。
 3. 前記面転子部(11)は円盤体または環状体として形成されている請求項1または2に記載のロータリー・ポンプ。
 4. 前記面転子部(11)は星形状として形成されている請求項1乃至3のいずれか一項に記載のロータリー・ポンプ。
 5. 前記面転子部(11)は永久磁石からなり、または永久磁石を含む請求項1乃至4のいずれか一項に記載のロータリー・ポンプ。
- (1a)を越えて突出している請求項13に記載のロータリー・ポンプ。
15. 前記ロータリー・ポンプ(3)は軸流ポンプ(3a)として形成され、前記面転子(2)は面転子部(11)のみによって構成され、前記面転子部(11)は軸流型インペラー(2a)の複数のブレード(1b)をさらに形成している請求項1乃至12のいずれか一項に記載のロータリー・ポンプ。
 16. 前記ロータリー・ポンプ(3)は遠心ポンプ(3b)として形成され、前記面転子(2)は遠心インペラー(2b)として形成され、かつ軸線方向(A)に沿って突出する複数のブレード(1b)をその少なくとも一方の側面に有する請求項1乃至12のいずれか一項に記載のロータリー・ポンプ。
 17. 実質的に軸線方向(A)に沿って作用する力をポンプ駆動中に遠心インペラー(2b)上に形成すべく、前記ハウジング(9)の内壁及び遠心インペラー(2b)の少なくともいずれか一方はロープに作用する部分要素(100a, 100b, 104, 105, 103f, 11, 1k)を有する請求項16に記載のロータリー・ポンプ。
 18. 内部遠心インペラー(2b)を備えたハウジング(9)は固定子(7)内へ少なくとも部分的に挿入可能であって、かつ再び取出し得る請求項1または17に記載のロータリー・ポンプ。
 19. 前記面転子部(11)は少なくとも1つの環状永久磁石(80b, 80c)を有し、前記ロータリー・ポンプ(3)は固定された少なくとも1つの別の永久磁石(80a, 80d)を有し、前記複数の永久磁石(80a, 80b, 80c, 80d)は面転子部(11)に作用する反発力を形成すべく互いに配置され、かつ分離されている請求項1乃至18のいずれか一項に記載のロータリー・ポンプ。
 20. 請求項1乃至12または16乃至19のいずれか一項に記載の遠心ポンプ(3b)のための遠心ポンプ部(99)であって、面転可能にハウジング(9)内に配置された遠心インペラー(2b)を有し、前記ハウジング(9)は液密及び気密にシールされ、かつ少なくとも1つのポンプ入口開口(101)及び少なくとも1つのポンプ出口開口(102)を有し、前記遠心インペラー(2b)は

6. 前記面転子部(11)は短絡導線またはケージ型面転子を含む請求項1乃至5のいずれか一項に記載のロータリー・ポンプ。
7. 前記面転子部(11)は面転子ジャケット(1a)によって取り囲まれ、前記面転子ジャケット(1a)は非磁性材料、特に、プラスチック、金属、セラミックまたは生体適合材料からなる請求項1乃至6のいずれか一項に記載のロータリー・ポンプ。
8. リラクタンス・モータ、シンクロナス・モータまたはインダクション・モータの機械原理に基づいてベアリングレス・モータ(4)の面転子部(11)を駆動するために、制御装置(40)による前記複数の電気導線(8a, 8b, 8c, 8d, 8e, 8f, 8g, 8h)の制御を可能とするように、面転子部(11)及び固定子(7)は相対的に固定されている請求項1乃至7のいずれか一項に記載のロータリー・ポンプ。
9. 前記固定子(7)は絶対位置pの駆動導線(WA)と、絶対位置p+1またはp-1の制御導線(Ws)とを有する請求項8に記載のロータリー・ポンプ。
10. 軸線方向(A)に沿って前記面転子(2)の少なくとも一方の側面に続いて設けられた側面ベアリング位置(9b)を有する請求項1乃至9のいずれか一項に記載のロータリー・ポンプ。
11. 少なくとも軸線方向(A)に作用する流体力学的ベアリングを形成するように、面転子(2)と、ハウジング(9)の内壁の一部とを相対的に形成した請求項1乃至11のいずれか一項に記載のロータリー・ポンプ。
12. 前記面転子(2)はステップ・ベアリングを形成するための少なくとも1つの螺旋溝をハウジング(9)へ配向されたその表面上に有する請求項1乃至11のいずれか一項に記載のロータリー・ポンプ。
13. 前記ロータリー・ポンプ(3)は軸流ポンプ(3a)として形成され、前記面転子部(11)は面転をその面転中心に有し、軸流型インペラー(2a)として形成された面転子(2)の複数のブレード(1b)を前記面転部内に配置した請求項1乃至12のいずれか一項に記載のロータリー・ポンプ。
14. 前記複数のブレード(1b)は軸線方向(A)に沿って面転子ジャケット

面転部または永久磁石である円盤または環からなる面転子部(11)を有する遠心ポンプ部(99)。

21. 人体の内面または外側に位置する血液ポンプであって、請求項1乃至20のいずれか一項に記載のロータリー・ポンプ(3, 3a, 3b)を有する血液ポンプ。
22. 請求項1乃至21のいずれか一項に記載のロータリー・ポンプ(3, 3a, 3b)、特に血液ポンプの駆動方法であって、面転子(2)の位置をセンサ(15)によって検出し、前記複数の電気導線(8a, 8b, 8c, 8d, 8e, 8f, 8g, 8h)を制御装置(40)によって制御し、面転子部(11)をその面転輪(A)の周りで能動的に駆動し、かつ面転子部(11)をハウジング(9)内において面転輪(A)に接触する平面に対して無接触で駆動するように実施する方法。
23. 前記面転子(2)を毎分回転数で駆動し、前記毎分回転数は予め設定可能であって、かつ一定または経時変化可能であり、特に、経時変化は流体を律動で圧出すべく実施される請求項22に記載の方法。
24. 値、特に血圧等の生物学的値をセンサ(15a)で検出し、予め設定可能な毎分回転数または予め設定可能な毎分回転数曲線を使用することによって、ロータリー・ポンプ(3, 3a, 3b)の毎分回転数を前記検出した値に基づいて制御する請求項22または23に記載の方法。
25. 前記ロータリー・ポンプ(3, 3a, 3b)を血液ポンプとして駆動し、単位時間あたりに圧出する血液の体積は、予め設定可能な曲線、特に、心臓によって単位時間あたりに自然に圧出される血液の体積を示す曲線に従う請求項22乃至24のいずれか一項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

ロータリー・ポンプ及びその駆動方法

本発明は請求項1の前記部分に開示するロータリー・ポンプと、請求項22の前記部分に開示するロータリー・ポンプの駆動方法とに関する。

軸流ポンプまたは進心ポンプ等の従来の複数のロータリー・ポンプは回転子を有し、同回転子は機械的ベアリング装置内に回転可能に装着されている。この種のロータリー・ポンプは問題点があり、問題点は潤滑油による圧出流体の汚染、またはベアリング装置もしくは回転子の機械的摩耗を含む。従って、この種のポンプは汚染の許されない流体の圧出には不適切である。例えば、この種の流体は血液または血液を含む。更に、この種のロータリー・ポンプは攻撃性の高い流体の圧出には不適切である。これは前記流体がベアリング装置を時間で破壊し得ることによる。

本発明の目的は更に経済性の高いロータリー・ポンプを提供することにある。

本発明の目的は請求項1の特記部分に開示するロータリー・ポンプによって達成される。従来請求項2乃至19はロータリー・ポンプの別の効果的なデザインに関する。更に、本発明の目的は請求項20に開示するロータリー・ポンプのためのロータリー・ポンプ部によって達成される。本発明の目的は請求項22の特記部分に開示する本発明のロータリー・ポンプの駆動方法によって達成される。従来請求項23乃至25はロータリー・ポンプを駆動するための効果的な方法の工程に関する。

本発明の目的は回転子を有するロータリー・ポンプによって達成され、同回転子は磁気的に作用する力によってロータリー・ポンプのハウジング内に無接触で駆動され、かつ駆動される。本発明の1つの効果としては、ハウジングが同ハウジングの外側に位置する制御可能な電磁石と、ハウジング内を流動する流体とを密閉性を維持した状態で分離できる点が挙げられる。ハウジングは開口を有さない。

更に、回転子はハウジング内に無接触で駆動される。従って、潤滑油の必要とせず、かつベアリング装置による摩擦が生じない。

本発明はハウジングと、同ハウジング内に位置させた回転子を有するインペラ

る。これは回転子及び固定子の磁気的に有効な部品の適切なデザイン及び幾何学的配置によって達成可能である。例えば、固定子の複数の歯の回転方向における高さは回転子の歯の回転方向における高さとは異なり、回転子の歯の直径は回転方向における同回転子の歯の長さの少なくとも2倍の大きさとする。軸流方向に受動的に作用する磁力は永久磁石による固定子及び回転子のプレテンションリングによって増大し得る。軸流方向におけるベアリング力は流体力学的に作用するベアリング等の別のベアリング装置によって増大し得る。更に、軸流方向における機械的ベアリング装置を提供することは効果的である。同機械的ベアリング装置は非常に大きな軸方向の力が作用した際に回転子を特定の位置へ保持する簡便ベアリング装置として機能する。

“ベアリングレス・モータ”という用語は電気制御可能なベアリング及び駆動装置を意味し、同装置は回転子と、複数の電磁コイルを有する固定子とを含む。ベアリングレス・モータの回転子はシグナコイル・モータ、リクタンシス・モータまたはインダクション・モータの駆動原理などの従来の電気機械の原理に基づいて駆動可能である。磁気的に作用する力によって、ベアリングレス・モータの回転子は固定子内に配置され、かつその回転軸は固定子と直交する平面において無接触で保持される。回転子の回転軸に直交する平面における同回転子の位置を能動的に決定するべく、複数の電磁コイルを制御できる。回転子の位置はセンサによって監視され、電磁コイルは適切な制御装置によって調整可能に制御される。同制御装置は固定子の回転子をその回転軸に直交する平面内に無接触で保持する装置である。更に、回転子をその回転軸の周りで回転させるべく、固定子の電磁コイルを適切に制御することにより、回転子に作用するトルクを形成し得る。従って、この種のベアリングレス・モータは回転子を3自由度で能動的に制御する。換言

をせば、ロータリー・ポンプによって特に実現され、インペラは磁気的に有効な受動回転子を有し、ハウジングは固定子によって取り囲まれ、同固定子は複数の電磁コイル及び歯を有し、同複数の電磁コイル及び歯は固定子及び回転子部がベアリングレス・モータとして互いに協働するように配置及び形成され、かつ制御される。

ベアリングレス・モータの使用は3自由度での回転子の能動的制御を可能にし、かつ回転子部は位置を回転軸に直交する平面においてx方向及びy方向にそれぞれ決定することを可能にする。更に、同ベアリングレス・モータの使用は回転子部に対して周方向に作用するトルクを対応する電磁コイルの制御を通じて予め決定可能にする。

本発明の特に効果的な実施形態では、回転子を駆動可能な受動的に無接触の浮動状態がハウジング内に形成される。これを実現するために、受動的に作用する磁気抵抗力によって、回転子を非能動的に制御可能な別の3自由度で固定子内に保持可能にすべく、回転子部及び固定子の複数の歯は互いに幾何学的に適合する形状を有し、かつ配置されている。この構成の1つの効果としては、回転軸に直交する平面に対する回転子の位置を能動的に制御し得ること、制御可能なトルクが回転子に作用し得ること、前記の別の3自由度での回転子の位置を能動的に作用する磁力によって固定子内の安定位置に維持される点とが挙げられる。

本発明のロータリー・ポンプは軸流ポンプまたは進心ポンプとして形成することが好ましく、回転子は軸流ポンプの軸流型インペラまたは進心ポンプの進心インペラとして形成されている。

軸流型インペラとして形成された回転子は、圧出する流体に対して軸流方向に作用するスラストを形成する。進心インペラとして形成された回転子はポンプ駆動中に軸流方向に作用する力を同様に形成する。軸流型インペラまたは進

心インペラの部品である磁気的に有効な回転子部は、受動的に作用する磁力のみによって回転軸の方向、即ち軸流方向に保持される。

従って、ロータリー・ポンプは駆動する十分な大きさを有する受動的に作用する磁力を回転子に作用させるべく、固定子及び回転子部はそれぞれ形成されてい

る。この場合、例えば、回転子は十字状をなし、固定子はそれぞれ独立した電磁的制御が可能な電磁コイルを有する。複数の電磁コイルは半径方向に沿って延び、かつ周方向に沿って回転子の周りに均等に配置されている。回転子は回転軸に直交する平面に対して駆動するべく複数のコイルを制御し得る。更に、複数のコイルによって形成された回転磁場を使用することによって、回転子をその回転軸の周りで回転させるべく同回転子を駆動できる。

例えば、ベアリングレス・モータはシグナコイル・モータ同様に構成可能である。更に、同ベアリングレス・モータは半径方向に沿って延びる永久磁石を有する回転子と、回転子を駆動する同磁場を形成するための同磁場制御部（駆動巻線とも称される）を備えた固定子とを有する。これにより、回転子はその回転軸の周りで回転する。更に、回転軸に直交する平面における回転子の位置を制御するべく、固定子は制御巻線を有する。回転子または磁場の位置はセンサによって検出され、制御巻線は制御装置によって制御される。回転子と固定子によって同固定子の回転軸に直交する平面内に無接触で保持するように前記の制御は実施される。1つの実施形態において、この種のベアリングレス・モータは絶対位置pの駆動巻線と、相対位置p+1またはp-1の制御巻線を有する。この種のベアリングレス・モータは進心ポンプとして形成され、本発明のロータリー・ポンプは高粘度の粘性流体または粘性流体を有する液体及び流体の圧出に特に適する。本発明のロータリー・ポンプは人体の外側または内側で動作する血液ポンプとしても適する。

本発明のロータリー・ポンプの1つの効果としては、無接触での駆動により、回転子は非常に高い毎分回転数（rpm）で駆動できる点が挙げられる。この結果、ロータリー・ポンプは非常に小さなサイズであっても高い圧出力を有する。

本発明のロータリー・ポンプの別の効果としては、回転子を経時変化する毎分回転数で駆動でき、かつ流体を連続的に圧出できる点が挙げられる。回転子の毎分回転数は停止位置及び非常に高い毎分回転数の間で自由に制御される。この結果、ロータリー・ポンプは圧出量に関する高いダイナミクスを示し、少量または大量

の流体を圧出でき、流体を所定の単位時間量にて特に待機で圧出できる。

本発明を複数の実施の形態に関連して以下に詳述する。

図1は軸流ポンプの断面図である。

図1 aは軸流ポンプまたは遠心ポンプの固定子と、磁氣的に有効な回転子部とを密着して示す部分斜視図である。

図1 b、図1 c及び図1 dは軸流ポンプまたは遠心ポンプの固定子に対する磁氣的に有効な回転子部の複数の位置を示す断面図である。

図2 a、図2 b、図2 c、図2 d、図2 e、図2 f、図2 g及び図2 hは異なる複数の磁氣的に有効な回転子部を示す図である。

図3 aは図3 bのA-A線における軸流型インペラの断面図である。

図3 bは図3 aに示す軸流型インペラの平面図である。

図3 cは図3のB-B線における軸流型インペラの横断面図である。

図4 a、図4 b、図4 c及び図4 dは軸流ポンプまたは遠心ポンプのための固定子の複数の例を示す図である。

図4 f及び図4 gは単極ベアリング (bipolar layer) を有する固定子のための回転子の複数の例を示す図である。

図4 h及び図4 iは3相の駆動巻線または制御巻線のワインディング図である。

図5 aは軸流ポンプの流体力学的に作用するベアリング巻線と、制御巻線とを示す図である。

図6 aはリラックス・ロータとして形成された軸流型インペラの斜視図である。

図6 bはリラックス・モータを有する軸流ポンプの断面図である。

図6 cは図6 bのC-C線におけるリラックス・モータの断面図である。

図6 d、図6 e、図6 f、図6 g及び図6 hは軸流型インペラ及びリラックス・ロータの複数の例を示す横断面図である。

図7は軸流ポンプまたは遠心ポンプの固定子の平面図である。

図7 a、図7 b及び図7 cは図7の固定子のコイルの制御の例を示す図である。

なる。環状永久磁石1はプラスチックからなる回転子ジャケット1 aによって取り囲まれている。流体力学的に活性な複数のブレード1 bと、軸流型インペラ2 aに対して軸線方向Aに沿って延びる中央部1 cが磁氣的に有効な回転子部1の環状内部に設けられている。複数のブレード1 bは軸線方向Aに沿って回転子ジャケット1 aを越えて延出し、さらに固定子7に固着する回転子ジャケット1 aの外周まで延びている。複数のブレード1 bは中央部1 cと協働して軸流の形成に効果的なインペラを形成している。高いポンピング・パワーを形成すべく、両インペラは可能な限り大きな直徑を有する。複数のブレード1 bは回転子部1の内径内部を通り、かつ図1に示すように軸線方向Aに沿ってハウジング9の軸付近まで回転子ジャケット1 aを越えて延びている。この結果、ハウジング9の内径部のほぼ全ては、インペラの配置及び流体の圧出の少なくともいくつかの方向に使用される。回転子ジャケット1 a、複数のブレード1 b、中央部1 c及びハウジング9はプラスチック、金属 (例: タitan)、セラミックまたは体適合材料 (例: ポリカーボネート) 等の非磁性材料から形成されている。軸流型インペラ2 aは回転子部1に活性な回転子部1によってハウジング9内に無接触で保持されており、両保持は固定子7の磁氣的に活性な力によって実現される。更に、インペラ2 aを駆動するべく回転子部1に作用するトルクは回転軸Aの周りにおける回転子部1の回転を駆動する。軸流型インペラ2 a及び回転子部1の少なくともいくつかの方向に位置を調整するための複数のセンサ15 (図1における図示略) が設けられている。無接触状態における回転子部1の位置または曲率を検出するべく、複数のセンサ15はハウジング9の外側と、ハウジング9のジャケットの内側とのいずれか一方へ配置することが好ましい。満電流センサと、誘電性センサと、永久磁石を有するホール素子 (Hall element) とセンサ15に連する。固定子7に設けられた複数の巻線8 a、8 b、8 c、8 d、8 e、

8 fの適切な制御によって、軸流型インペラ2 aの位置は回転軸Aにはば直交する平面内において無接触で制御できる。複数の巻線は絶対数pの駆動巻線WAと、絶対数p+1またはp-1の制御巻線WSとを含む。

図8 aは図8 bのB-B線における遠心ポンプの断面図である。

図8 bは図8 aのA-A線における遠心ポンプの横断面図である。

図8 iはハウジング及び回転子の間で形成される流体圧力のプロファイルを示すグラフである。

図8 c〜図8 hは別の実施の形態に基づく遠心ポンプを示す図である。

図8 kはテンプレ・モータ (Templomotor) として形成された固定子を有する遠心ポンプを示す斜視図である。

図9は磁氣的に有効な回転子部の断面図である。

図10 a、図10 b、図11 a、図11 b、図13 a及び図13 bは円盤状に形成された回転子部の平面図及び側面図である。

図14 aは永久磁石を使用した軸方向スラストの磁氣的に有効な機構を実施するための遠心ポンプの断面図である。

図14 bは永久磁石を使用した軸方向スラストの磁氣的に有効な機構を実施する軸流ポンプの断面図である。

図1は複数のくびれ9 a、9 bを有するハウジング部9を備えた軸流ポンプ3 aとして形成された本発明のロータリー・ポンプ3の断面図である。ハウジング9を周方向に沿って取り囲む固定子7はハウジング9の外側に配置されている。

そして、固定子7は半径方向に沿って延びる複数の歯7 b、7 fを有する。ハウジング9の一部を複数の歯7 b、7 fの先端と、ハウジング9の内腔空間との間に配置するべく、複数の歯7 b、7 fの先端はハウジング9のジャケットの内部に配置されている。この結果、ハウジング9の内腔空間は固定子7から完全に分離されている。複数の歯7 b、7 fを有する固定子7は磁性材料から形成されている。複数のコイル8 bが複数の歯7 b、7 fの周囲に巻付けられており、巻

線8の概略のみを図示する。軸流型ホイール (軸流型インペラとも称する) 2 aとして形成された回転子2がハウジング9の内部に配置されている。本実施の形態における軸流型インペラ2 aは半径方向へ偏位された環状永久磁石1から

図1 aは軸流ポンプ3 aまたは遠心ポンプ3 bとして形成されたロータリー・ポンプ3の固定子7と、磁氣的に有効な回転子部2とを示す斜視図である。ハウジング9、回転子ジャケット1 a及びブレード1 b等のロータリー・ポンプ3の磁氣的に無効な部分は構成を単純化しやすく形成してない。固定子7はアイロン・リターン (Ruckschluisseisen) の位置として形成された環状巻線を有する。半径方向に沿って延びる複数の歯7 b、7 c、7 d、7 e、7 fがアイロン・リターン7 zに結合されている。アイロン・リターン7 z及び複数の歯7 b、7 c、7 d、7 e、7 fは磁性体合金からなる。図2 a及び図2 bに示す磁氣的に有効な回転子部1は半径方向へ偏位された環状永久磁石からなる。複数のコイル8 b、8 c、8 d、8 e、8 fは互いに独立して制御し得る2つの部分巻線をそれぞれ有する。一方の部分巻線は絶対数pの駆動巻線WAとして形成され、他方の部分巻線は絶対数p+1またはp-1の制御巻線WSとして形成されている。図4 aは巻線の構成の詳細な構成を示す。駆動巻線WAと、回転子1の磁氣的に有効な部分とをレンジクロス構成と同等に互いに協調する。そして、回転子部は固定子7内の2相を有する駆動巻線WAによって形成され、回転子1は両回転磁界に連動する。従って、回転子1はその回転軸Aの周りで回転すべく駆動される。回転子1の位置はセンサ15 (図示略) によって検出される。駆動巻線WAによって形成された境界に関する3相の制御巻線WSの制御は、回転子1を固定子7内において軸線Aに直交する平面内においてx方向及びy方向に無接触で保持すべく実施される。従って、回転子1は3自由度で能動的に制御できる。実施するならば、回転子1のx方向の位置、y方向の位置及びその回転軸Aの周方向の位置を能動的に制御できる。

図1 aを側面から見た図1 bは複数の固定子歯7 b、7 f間の通常位置に配置された回転子1を示す。回転子部1は直径D R及び高さH Rを有する。固定子歯

7 f、7 bは高さH Sを回転子部1に面する側面に有する。固定子歯7 f、7 b及び回転子1間の隙間は距離D Lを有する。図1 cは通常位置からx方向へずれた回転子1を示す。永久磁石部1 bは境界を形成し、両境界は回転子1の内腔から空間を越えて固定子7 bまで延び、さらにアイロン・リターン7 z、

て鉄着される。即ち、軸線方向Aに作用する更に大きなスラストを軸流型インペラ2 aによって形成し得る。この場合、制御巻線WSは2つの極を有し得る。更に、駆動巻線WAは4つまたは6つの極を有し得る。更に、複数の巻線を通過するフローは一定に維持され、更に大きなトルク及びラジアル・ベアリング・フォースを形成可能である。

図4 aは別の実施の形態に基づく固定子7を示し、同固定子7は更に安定した図2の2極を有する別の巻線磁束を有する。固定子7は巻線をそれぞれ備えた複数の図7 a、7 b、7 c、7 d、7 e、7 fを有する第1の固定子部7 mと、巻線をそれぞれ備えた複数の図7 a'、7 b'、7 c'、7 d'、7 e'、7 f'を有する第2の固定子部7 nと、軸線方向Aへ分極された永久磁石7 pとを有する。永久磁石7 pは環状をなし、かつ2つの固定子部7 m、7 n間に配置されている。平断面図4 f、D-D線における断面図4 gとは図4 aに示す固定子7のための回転子部1の例を示す。回転子部1は十字状の突起を形成する複数の部分1 fを備えた円筒アクリル部を有する。従って、図4 gに示すように、固定子7の複数の図へ配向されたU字型を有する磁性性部が回転子部1が提供される。形成された溝内に挿設されたセンサ・リングは非磁性性金属からなる。単極磁束は図4 aに示す固定子7の内へ挿入された回転子部1内に形成され、単極磁束は永久磁石7 pから複数の図7 a、7 b、7 c、7 d、7 e、7 f、7 gを通過する回転子部1まで延び、さらに同回転子部1から別の複数の図7 a'、7 b'、7 c'、7 d'、7 e'、7 f'、7 g'を通過する永久磁石7 pへ戻る。この単極磁束は軸線方向Aにおける回転子部1のいずれに対する安定化作用を形成する。

極対数1の巻線及び制御巻線との組合せにより、回転子の半径方向の位置を安定化できる。第1の固定子部7 m及び第2の固定子部7 nへそれぞれ配置された回転子1の複数の巻線を同複数の巻線の適切な材料によって備えられた制御である場合、図4 aの傾斜を能動的、即ち制御された状態で安定化できる。トルクは固定子と同じ極対数を備えた1つの巻線によって形成可能である。回転子1の位置を検出するための複数のセンサ15を配置可能であり、同複数のセンサ15は軸線

されていない。更に、十字状の突起を有する回転子部1のセクション1 fは軸線方向Aに沿って有し、同軸線は複数のセクション1 fが複数の軸流型インペラ2 aの複数のブレード1 bを形成するように設計されている。軸流型インペラ2 aの通路は流体力学的に最適化されている。従って、流体に対して軸線方向に作用するスラストを複数のセクション1 fによって形成できる。軸流型インペラ2 aの直径DRは同軸流型インペラ2 aの軸方向高さHRの少なくとも2倍の大きさを有する。磁気的に作用する力により、軸流型インペラ2 aは固定子7内において無接触で駆動可能に保持されている。更に、無接点ベアリング機構5が軸流型インペラ2 aの両側面それぞれが軸線方向Aに隣接して設けられている。無接点ベアリングの故障が発生した場合、または大きなスラスト荷重が軸線方向に生じた場合、軸流型インペラ2 aは軸線方向に作用する緊急ベアリング部品1 gによって緊急ベアリング位置5 aへ保持される。緊急ベアリング機構5は十字状を有する複数のリップ5 bまたはガイド・ブレード2 bを有する。ガイド・ブレード2 bはハウジング壁9と能動的関係を有し、かつハウジング壁9によって保持される。複数のリップ5 bはギンブ固定子2 aまたはガイド・ブレードを形成する。図5 bは図6 aに示す軸流型インペラ2 aを有する軸流ポンプ3の縦断面図である。軸流ポンプ3は複数のインフル8を有する固定子7 fによって取り囲まれたハウジング9を有する。複数のブレード1 b及び中央穴1 cを有する磁気的に活性な回転子部1はハウジング9内において無接触で駆動可能に軸線されている。更に、2つの緊急ベアリング機構5は回転子部1、即ち軸流型インペラ2 aから軸線方向Aへ隣接した位置に配置されている。図5 aは図6 aの直径

DRは同回転子部1の高さHRの2倍を超えたと示している。図6 aは図6 bの軸流ポンプ3のC-C線における断面図である。固定子7内において、軸線方向Aに沿って延びる複数の固定子溝は複数の巻線8を有する。複数の巻線8は個々に隣接する複数の巻線8 a、8 b、8 c、8 d、8 e、8 fを有し、同複数の巻線はさらに回転磁束を形成する制御巻線WSと、極対数p+1またはp-1の3相コイル巻線WSとによって形成可能である。非磁性性部はハウジング9内及び固定子7及び

方向に沿って2つの固定子部7 n、7 m間へ配置される。

図5 aは軸流型インペラ2 aのスラストを増大するための構成を示す。左側に位置するハウジング9は回転子ジャケッ1 aの幾何学的形状に整合するべく形成された部分領域11 aを有する。部分領域11 a及び回転子ジャケッ1 aは軸線方向Aに作用する流体力学的な方向ベアリングを形成する。軸流ポンプ3の右側に位置する高速流体、特に流体の一部は軸流型インペラ2 a及びハウジング9の間を流れる部分フローfとして流進する。両部分フローfは吸込側である軸流ポンプ3の左端へ向かってフロー方向へ流動し、流体力学的な軸線方向ベアリングが少なくとも1 a内に形成される。更に、固定子7に隣接したハウジング9及び軸流型インペラ2 aの間に形成された隙間は、軸流型インペラ2 aの2つの流体力学的なラジアル・ベアリングのベアリング・ギャップを両側面に形成するための十分な広さを有し得る。図5 aに示す流体力学的なベアリングは軸流型インペラ2 aを安定させる別の作用を実現する。この結果、比較的大きな力が軸流型インペラ2 aに作用する場合にも、同軸流型インペラ2 aはハウジング9に対して無接触で安全に軸線される。

ハウジング9の内部における流体力学に基づく磁気的支持を提供する軸流型インペラ2 aの側のベアリングは各種の実施の形態で実現し得る。例えば、回転子ジャケッ2は螺旋溝を固定子7に配向されたその外面上に有し得る。この結果、流体力学的に作用するステップ・ベアリングが形成される。これによって、加圧側から吸込側へ流動する流体のフローfを増大し、減少、抑制または制御可能である。これは隙間内の流体が螺旋溝のピッチと、回転子の回転方向及び毎分回転数

とに基づいて供給することによって起因する。回転子の前面に設けられた類似する複数の溝を使用することにより、軸線方向に作用する流体力学的なベアリングの作用を同様に改善し得る。

図6 aはリラクス・モータの原理に基づいて動作する固定子7のための軸流型インペラ2 aを示す。磁気的に活性な回転子部1は軸流型インペラ2 aを形成している。回転子部1は磁性性材料から形成されているが、永久磁化は

軸流型インペラ2 aの両側に配置されている。本実施の形態では、中央部1 cと、半径方向へ星状に突出する複数の部分1 fとを有する磁気的に活性な回転子部1 fが設けられている。図6 d、図6 e、図6 f及び図6 gは磁気的に有効な回転子部1の複数の例をそれぞれ示す。図6 d、図6 e、図6 f及び図6 gにおいて、複数のブレード1 bの軸方向通路は示していない。図6 d、図6 e、図6 f及び図6 gにそれぞれ示す複数のブレード1 bは軸線方向Aに沿って延びる流体力学的に有効な通路を有する。更に、複数のブレード1 bは対応する穴をそれぞれ

図6 hは軸流型インペラ2 aの形態を有する磁気的に有効な回転子部1の別例を示す。回転子部1は十字状の部分1 fを有し、同部分1 fは磁性性である。従って、かつ永久磁化されていない金属からなる。ポデ1 fは永久磁石1 hを先施に有する。ポデ1 f及び永久磁石1 hは共通ジャケッ1 iによって取り囲まれ、同共通ジャケッ1 iは金属（例：チタン）またはプラスチック（特に、ポリカーボネート等の生物学的適合性を有するプラスチック）等の非磁性性材料からなる。軸流型インペラ2 aは図6 cまたは図4 aに示す実施の形態に基づく固定子7等によって駆動である。

図8 aは軸流ポンプ3 bとして形成されたロータリー・ポンプ3の縦断面図である。進心ポンプ3 bは進心ポンプ9 9からなる。進心ポンプ9 9は9個の進心回転子2 bを備えたハウジング9と、固定子7の複数の図7 b、7 fによって示す駆動及びベアリング機構とを有する。固定子7は図1 aまたは図4 aに示す

実施の形態に基づく固定子7のようにより形成される。ハウジング9は駆動機構に対して隔離するが、または駆動可能に取付け得る。効果的な実施の形態に基づく進心ポンプ3 bにおいて、図8 aに示すハウジング9は固定子7の複数の図7 b、7 fの間に部分的に隣接し、かつ駆動機構で支えられ支持される。従って、ハウジング9は固定子7から離脱し取外し、さらに交換等が可能である。例えば、進心ポンプ9 9を軸流ポンプとして使用する場合、進心ポンプ9 9は使用後へ使い捨て品として形成できる。進心ポンプ9 9を各使用後に交換できる一方、駆動機構は進心ポンプ9 9内に位置する進心回転子2 bと駆動ポンプ3 bの駆動部の図9

用できる。進心ポンプ部 99 を固定子 7 内に配置した後、図 1 b、図 1 c 及び図 1 d に示す進心インペーラ 2 b は固定子 7 及び磁石 1 に作用する力によって無接触で回転される。回転子 2 を位置決するための受動的な安定化力及び/または復元力によって、回転子を全ての 6 自由度において無接触で固定子 7 またはハウジング 9 内に鎮静できる。回転子部 1 の位置を安定化する受動的に有効な磁気力、特に軸線方向 z に作用する力が比較的小きことを考慮することは重要である。進心インペーラ 2 b に対して z 方向に向かい加えられる大きな力の場合、インペーラは固定子 7 に押し付けられ、または回転子 2 の進心ポンプ部 99 のハウジング 9 に接触し得る。図 8 a-図 8 h は複数の実施の形態に基づく進心ポンプ部 99 をそれぞれ示す。流体の圧出中も、回転子 2 をハウジング 9 内ににおいて無接触で支持するベ어링 6 を提供し得べく、回転子 2 に対して z 方向に作用する力を減少するよう進心ポンプ部 99 は形成されている。

回転子 1 は図 2 a、図 2 c 及び図 2 e に示す実施の形態における環状体として形成するが、または図 10 a、図 10 c、図 11 a、図 11 b、図 13 a、図 13 c、図 13 b に示す実施の形態における円盤体として形成し得る。図 13 a に示す実施の形態に基づく回転子 1 は磁性材料 11 a の間に設けられた水素石 11 c を有する。図 9 は回転子部 1 と、両回転子部 1 に隣接する複数の固定子 7 b、7 f とを示す断面図面である。回転子部 1 が軸線方向 A へ偏った際に、受動的に作用する更に大きな磁気抵抗力を反対方向へ加えるために、磁石的に有効であって、かつ

互いに向する複数の表面は環状の複数の凹部を有する。

図 9 a は z 方向に沿って延びるポンプ入口開口 101 を備えた進心ポンプ部 99 の B-B 線における断面図面である。進心ポンプ部 99 は回転子 2 を内部に有するハウジング 9 を含む。ハウジング 9 は液密及び気密にシールされ、かつポンプ入口開口 101 と、回転子 2 の半径方向に沿って延びるポンプ出口開口 102 とを有する。回転子 2 は図 2 a-c に示す永久磁化された環状の回転子部 1 と、両回転子部 1 を取り囲むと回転子ジャケット 1 a と、回転子 2 の周縁に沿って断面図で配置された複数のブレード 1 b とを有する。そして、複数のブレード 1 b はインペーラを形成している。

の出口開口の位置に依存している。従って、F1 方向へ流入流体を介して回転子 2 に作用する力は管状突起 105 の長さに基づいて決定できる。この結果、進心ポンプ部 99 を流体で充填した間、流体が形成されない。これは管状突起 105 が複数の開口 105 a を有することに起因する。ポンプ出口開口 102 を通じて流体を充填する間、流体レベルはハウジング 9 の内部で上昇する。そして、入口開口 101 をポンピングするべく回転子の内部で形成される全ての気泡は複数の開口 105 a を通じて排出する。図 8 f は図 8 a の D-D 線における断面図面であり、環状回転子 2 は中心に位置する管状突起 105 を有する。

図 8 g は別の実施の形態に基づく進心ポンプ部 99 の断面図面である。図 8 c に詳細を示す回転子 2 は複数のリップ 11 を介して環状体 1 a に結合された衝撃板 1 k を有する。更に、図 8 e において前述したように、進心ポンプ部 99 は中空リングの形態をなす管状突起 105 を有する。流体の圧出中、これら 2 つの手段は回転子 2 に対してフロー方向 F1 に作用する力形成する。回転子 2 に対して軸線方向に作用する力を形成するべく流体の作用に影響を及ぼすために、対応するフロー決定要素を備えた別の複数の手段によって、この力を形成できる。従って、例えば、ハウジング 9 の底部及び回転子 2 の間の流体の圧力を低減するべく、周縁全体に沿って延びる突起部 100 a をハウジング 9 の内縁に設け得る。詳細

を示す図 8 h は同圧力を低減する別の手段を示し、両手段はハウジング 9 の底部の底縁全体に沿って延びる凹部 100 b と、両凹部 100 b に整合し、かつ周縁全体に沿って延びる突起部 103 f を有する環状体 1 a とを含む。ハウジング 9 の内凹部 100 b と、回転子 2 の突起部 103 f との間のシーリング・ギャップ 103 g は回転子 2 の周縁を流動する流体によって密封を形成する。流体抵抗はシーリング・ギャップ 103 g の領域にほぼ比較して低減する。回転子が上方へずれた場合、流体抵抗が低減し、かつ両面間の下側の圧力を減減し、かつ回転子とその初期位置へ戻す。従って、軸線方向における位置決めを行う自己制御式回転子が実現される。

流体フローを決定する進心ポンプ部 99 の構成部品は軸線方向に沿って進心回転子 2 b に作用する力を流体フロー中に形成し得べく設計する必要がある。この基

ポンプ入口開口 101 付近において方向 F1 へ流入する流体は圧力 p1 を有する。ノズルとして作用するくびれ 104 がポンプ入口開口 101 に直接押し付けられている。従って、流体はノズルを通過した後、更に高い流体速度を有する。流体はポンプ出口開口 102 を通り、かつ下流内流方向（図 8 c 中）内へ向かって方向 F2 へ圧力 p3 で圧出される。図 8 i のグラフでは、ハウジング 9 及び環状体 1 a の間の流体の圧力 p を示す。圧力は回転子 2 に対して z 方向へ作用する力を形成し、周力は可能な限り小さく維持する必要がある。図 8 a に示す実施の形態では、z 方向へ作用する力は環状体 1 a によって形成され、回転子 2 によって小さく維持されている。従って、回転子 2 に対して z 方向へ作用する力は環状体の開口付近において形成されない。これによって、ポンプ駆動中、回転子 2 に対して z 方向へ作用する僅かな力が形成されるのである。図 8 b は図 8 a の A-A 線における断面図面であり、ハウジング 9、回転子 2 b、環状体 1 a 並びにブレード 1 b 及び/または羽根 1 b を示す。進心回転子 2 b は環状に形成されている。

図 8 c 及び図 8 d は別の実施の形態に基づく進心ポンプ部 99 の断面図面及び横断面図面をそれぞれ示す。図 8 a に示す構成の他に、進心ポンプ部 2 は円形衝撃板 1 k を有する。円形衝撃板 1 k は半径方向に沿って延びる複数のリップ 11 を介して環状体 1 a に結合されている。衝撃板 1 k はポンプ入口開口 101 の長手方向に直交する方向に沿って延びている。この結果、方向 F1 へ流動する流体の多く

は方向 F3 へ流動し、かつ衝撃板 1 k に衝突し、さらには複数の部分流 F4 へ分割される。特に高い流体供給体積では、衝撃板 1 k は回転子 2 に対して方向 F1 に作用する力形成する。

図 8 e 及び図 8 f は別の実施の形態に基づく進心ポンプ部 99 の断面図面及び横断面図面をそれぞれ示す。図 8 a に示す構成の他に、進心ポンプ部 99 は中空リングの形態をなす管状突起 105 を有し、両管状突起 105 は軸線方向及び/または z 方向へ延びている。更に、管状突起 105 はポンプ入口開口 101 に対して通達すべく取り付けられている。この結果、方向 F1 へ流動する流体は環状体 1 a の中心へ向かって偏る。管状突起 105 は各領域の長さによって形成できる。環状体 1 a の中心に位置する円形開口付近における流体の轉送は管状突起 105

本概念は複数の流体力学的手段によって実現できる。従って、図 8 a-図 8 i に示す実施の形態は多数の実現可能な実施の形態のうちの一を提示するのみである。

図 8 k は図 9 内に配置された進心ポンプ部 99 を有する進心ポンプ部 3 b の概略を示す斜視図である。本実施の形態における固定子 7 はテンブル・モータとして形成されている。同テンブル・モータでは、複数の図 7 a、7 b、7 c、7 d、7 e、7 f、7 g、7 h を形成するフラックス・アイロン (Flussion) 7 f y は L 字型に形成されている。そして、複数の図 8 a b、8 c、8 d、8 e、8 f、8 g、8 h は直線方向に沿って延びるフラックス・アイロン 7 f の部分に配置されている。全ての図 7 a、7 b、7 c、7 d、7 e、7 f、7 g、7 h は円盤状アイロン・リターン 7 z を介して互いに磁氣的に接続されている。図 1 a 及び図 8 k にそれぞれ示す複数の実施の形態は複数の制御が可能であって、かつ同一の作用を磁氣的に有効な回転子部 1 に対して行う。図 8 k に示す実施の形態における固定子 7 の 1 つの効果として、交換可能な部品が形成する進心ポンプ部 99 を固定子 7 内へ簡単に挿入し、かつ簡単に取出せる点が挙げられる。固定子 7 の複数の図 7 a、7 b、7 c、7 d、7 e、7 f、7 g、7 h と、対応する複数の図 8 a、8 b、8 c、8 d、8 e、8 f、8 g、8 h とは各種

の構成が可能である。例えば、マグネティック・リターンを円盤状アイロン・リターンを通じて常形成する図 4 a、図 4 b、図 4 d 及び図 4 i に示すような構成とし得る。複数の巻線はフラックス・アイロン 7 y の水平方向または垂直方向に沿って延びるセクションへ配置可能である。

図 1 a を示す図 9 a、回転子部 1 m 及び複数の巻線 8 b、8 c、8 d、8 e、8 f を有するバイポーリング・モータは図 6 の実施の形態に基づく固定子 7 を有し得る。図 6 c に示す固定子 7 は半径方向に沿って延びる複数の固定子溝 7 a と、同複数の固定子溝内に挿入される複数の巻線とを有する。複数の図 7 a、7 b、... は複数の固定子溝の間に適度な配置されている。図 1 a に基づく固定子 7 を図 6 c に基づく固定子 7 と交換した場合、この固定子 7 は例えば図 4 h に示す駆動巻線 W と、図 4 i に示す制御巻線 W とを有し得る。図 4 h は 3 6 個

の溝を有する固定子7内に挿設された駆動巻線WAのワインディング面であり、同駆動巻線WAは3相、2極及び単層をなす。図4は同一固定子7の3個の溝内に挿設された制御巻線WSのワインディング面であり、同制御巻線WSは3相、4極及び単層をなす。図1に基づき回転子とともなう前記の種類の固定子7は、2つの3相交流パワー・コントロールによって駆動でき、同2つの3相交流パワー・コントロールは駆動巻線WA及び制御巻線WSをそれぞれ制御する。固定子7内に配置された回転子1は永久磁化されていないウエッジ型回転子として形成するか、または短絡巻線を用いる。回転子1を駆動すべく、電流の流れは固定子7内で形成された面磁界によって誘起される。従って、回転子部1に作用する駆動トルクはインダクション・モータの駆動原理に匹敵する。

図7は別の実施の形態に基づく図定7を示す。固定子7は12個の歯を有し、同一12個の歯は半方向に沿って延び、かつハウジング9の周囲に沿って配置されている。制御巻線WSは互いに直交する4つの巻線S1、S2、S3、S4からなる。駆動巻線WAは複数の巻線A1、A2、A3、A4、A5、A6、A7、A8からなる。この固定子7は図2a〜図2hと、図10a、図10b、図11a、図11b、図13a及び図13bとのうちのいずれか一方に示す実施の形態

に基づき磁気的に有効な回転子部1を駆動し、かつ無接触で駆動するのに適している。図7はx方向における回転子2の位置を制御するのに基づく固定子7の制御巻線の例を示す。回転子1の現在位置 x_{ist} は位置検出センサ5によって検出される。現在位置 x_{ist} は設定値 x_{soil} と比較され、両者の差は制御装置20へ入力される。制御装置20は調整値 irx を算出する。基本電流 10 を有する電力を増幅器21を通じて2つのコイルS1、S2へ供給する。調整値 irx を基本電流 10 へ重ね合わせ、全電流に関する相がコイルS2内で形成され、全電流に関する相がコイルS1内で形成される。この結果、x方向に作用する対応した力が回転子2に加えられる。図7bはy方向における回転子2の位置を制御するための同一の制御巻線を示す。y方向から y_{ist} を差し引いた調整のための値は制御装置20へ供給される。制御装置20は調整値 iry

によって回転子部1の上部に固着された永久磁石80cは対応する永久磁石リング80dを有する。永久磁石リング80dは遠心ポンプ部99の外側に配置され、かつ同遠心ポンプ部99上で支持されている。同永久磁石リング80c、80dは互いに相反する方向へそれぞれ分離されている。この結果、永久磁石による反発力は同環状永久磁石80c、80d上にそれぞれ作用する。効果的な実施の形態において、遠心ポンプ部99の内部に配置された2つの永久磁石80b、80cは遠心ポンプ部99の外側に配置された2つの永久磁石80a、80dより小さいか、または實質的に小さく形成されている。1回使用した後で破壊する血液ポンプなどの使い捨て品として、遠心ポンプ部99を形成する場合、この構成は特に効果的である。

図14bは別の実施の形態に基づく軸通ポンプ3aの縦断面図である。軸通ポンプ3aは軸線Aの方向に作用する軸線方向スラスト補償を実現する複数の環状永久磁石80a、80b、80c、80d、80e、80fを更に有する以外は図5aに基づく実施の形態と同様に形成されている。回転子2の両側には、一体製造された環状永久磁石80b、80cがそれぞれ配置されており、同環状永久磁石80b、80cは軸線方向Aに分離されている。固定配置されたハウジング9内には、別の複数の環状永久磁石80a、80d、80e、80fが配置されている。同複数の環状永久磁石80a、80d、80e、80fは永久磁石による反発力を軸線方向に沿って回転子2の両側にそれぞれ形成するように配置され、かつ分離されている。この複数の永久磁石80a、80b、80c、80d、80e、80fの構成により、軸線方向Aに作用するスラスト補償が実現される。図14a及び図14bにそれぞれ示す同実施の形態において、永久磁石による軸線方向スラスト補償を実現する複数の永久磁石80a、80b、80c、80d、80e、80fの効果的な構成が複数存在する。例えば、軸線方向Aに作用するスラスト補償を形成すべく、軸通ポンプ3aは左側に配置された永久磁石80a、80bのみを有し得る。更に、軸線方向Aに作用するスラスト補償を実現すべく、図14aに示す環状永久磁石80a、80bのみを有し得る。例えば、環状永久磁石80a、80b、80c、80d、80e、80f

を算出し、調整値 iry は回転子2に対してy方向へ作用する対応した力を形成すべく2つのコイルS1、S3へ供給される。図7cはトルクを回転子2上に形成する、即ち回転磁界を形成する複数のコイルA1、A2、A3、A4、A5、A6、A7、A8の制御を示す。複数のコイルは3相シスタムのうちの2相に対して接続され、このうちの第1の相は電圧 $\sin(\omega t)$ を形成し、第2の相は電圧 $\sin(\omega t + 120^\circ)$ を形成する。換言するならば、第2の相は第1の相に対して $\pm 120^\circ$ の位相遅延を有する電圧を形成する。4つのコイルA1、A2、A6、A6は直列に接続され、かつ共通増幅器21によって第1の相の電圧 $\sin(\omega t)$ で制御される。第4つのコイルA3、A1、A7、A5は同様に直列に接続され、かつ共通増幅器21によって第2の相の電圧 $\sin(\omega t + 120^\circ)$ で制御される。この制御によって、回転磁界が固定子7内で形成される。回転磁界は回転子2を駆動する同回転子2に対して周方向に作用するトルクを形成する。

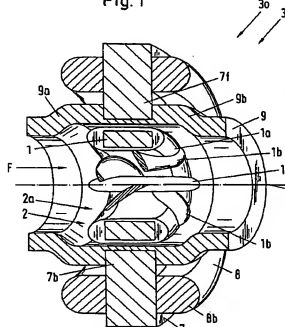
図14aは別の実施の形態に基づく遠心ポンプ部99の縦断面図である。遠心ポンプ部99は図8aに示す実施の形態と同様に形成され、かつ複数の環状永久磁石80a、80b、80c、80dをさらに有する。同複数の環状永久磁石80

a、80b、80c、80dは軸線Aの方向へ作用する軸線方向スラストを補償する。これにより、回転子部1は永久磁石80cを固着したカバー・プレート81をさらに有する。複数の歯7a、7b、7c、7d、7e、7f、7g、7hを有する固定子7を含む駆動装置内には、軸線方向へ分離された環状永久磁石80aをさらに設けられている。遠心ポンプ99を固定子7内に挿入した後、ハウジング9は永久磁石80aの上方または同永久磁石80a上に配置される。遠心ポンプ部99の回転子部1は軸線方向Aへ分離された環状永久磁石80bをさらに有し、同環状永久磁石80bは永久磁石80aとは逆方向へ分離されている。この結果、永久磁石によって形成される反発力は2つの永久磁石80a、80b間に発生する。遠心ポンプ部99を挿入した状態において、2つの永久磁石80a、80bの磁気的に有効な前面が互いに上下に重なるように同2つの永久磁石80a、80bの位置は互いに適合している。同様に、カバー・プレート81によ

る複数の独立したセグメントから構成し得る。更に、永久磁石によって軸線方向へ作用する力を形成すべく、複数の環状永久磁石80a、80b、80c、80d、80e、80fを半方向へ分離し、かつ僅かに向きを変えて上下に配置できる。特定の永久磁石80a、80bを半方向へ磁化し、残りの永久磁石80c、80d、80e、80fを軸線方向へ分離し得る。この結果、軸線方向へ作用する力を形成すべく、複数の永久磁石は互いに作用する配置となる。

[図1]

Fig. 1



【図1】

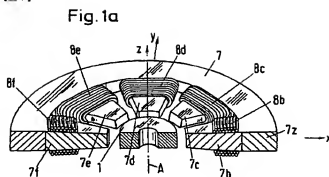


Fig. 1b

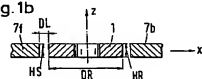


Fig. 1c

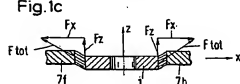
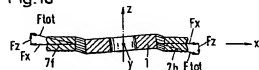


Fig. 1d



【図2】

Fig. 2a



Fig. 2b



Fig. 2e



Fig. 2f



Fig. 2c



Fig. 2d



Fig. 2g



Fig. 2h



【図3】

Fig. 3a

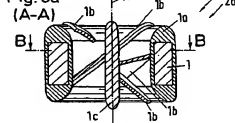


Fig. 3b

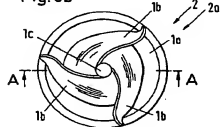
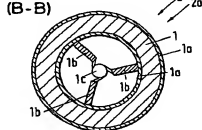
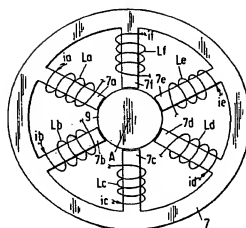


Fig. 3c



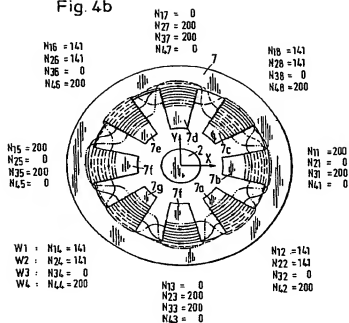
【図4】

Fig. 4a



[図 4]

Fig. 4b



	駆動巻線	制御巻線
	$P_1=1, m=2$	$P_1=2, m=2$
相 1	--- W1	--- W3
相 2	--- W2	--- W4

[図 4]

Fig. 4e

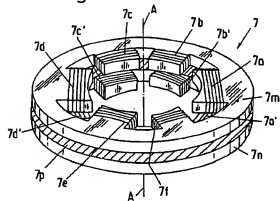
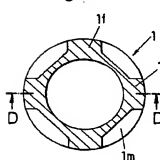


Fig. 4f

Fig. 4g
(D-D)

[図 4]

Fig. 4d

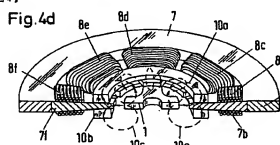


Fig. 4h

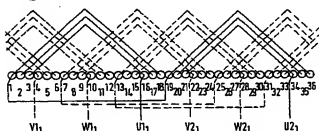
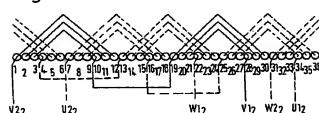
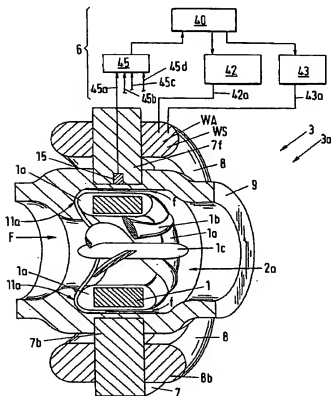


Fig. 4i



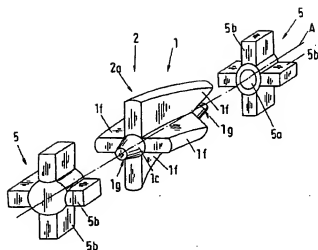
[図 5]

Fig. 5a



【図6】

Fig. 6a



【図6】

Fig. 6b

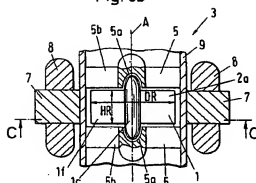
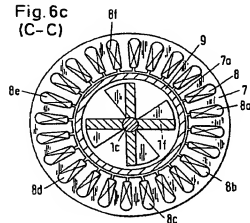


Fig. 6c
(C-C)



【図6】

Fig. 6d



Fig. 6e



Fig. 6f

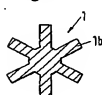
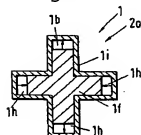


Fig. 6g

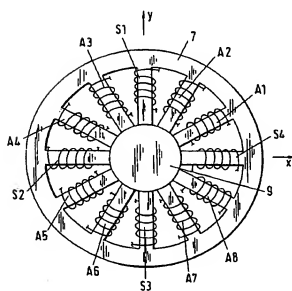


Fig. 6h



【図7】

Fig. 7



【図 7】

Fig. 7a

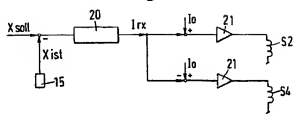


Fig. 7b

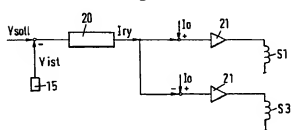
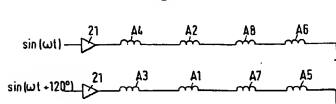


Fig. 7c



【図 8】

Fig. 8c

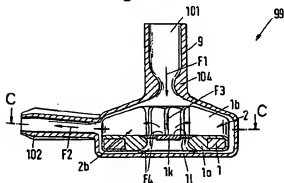
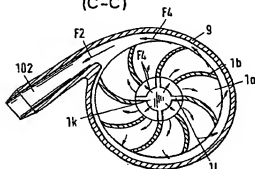


Fig. 8d
(C-C)



【図 8】

Fig. 8a
(B-B)

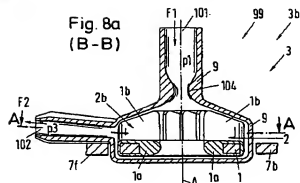


Fig. 8i

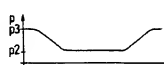
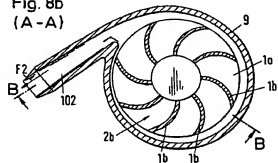


Fig. 8b
(A-A)



【図 8】

Fig. 8e

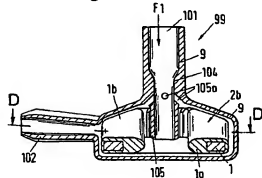
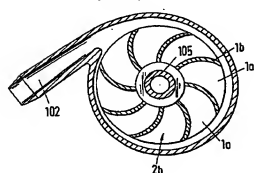
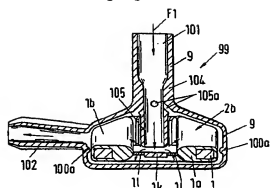


Fig. 8f
(D-D)



【図 8】

Fig. 8g



【図 8】

Fig. 8k

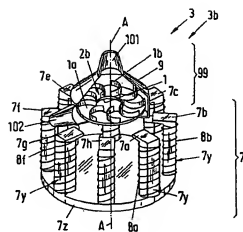
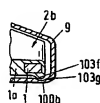
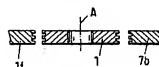


Fig. 8h



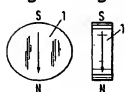
【図 9】

Fig. 9



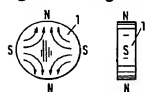
【図 10】

Fig. 10a Fig. 10b



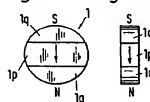
【図 11】

Fig. 11a Fig. 11b



【図 13】

Fig. 13a Fig. 13b



【図 14】

Fig. 14a

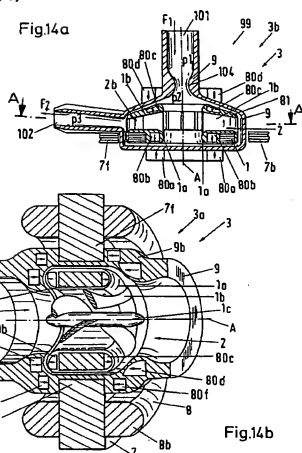


Fig. 14b

フロントページの続き

- (72)発明者 シュブ、レト
 スイス国 CH-8604 ワオルケットヴィ
 ル アッカーシュトラーセ 75エー
- (72)発明者 フーゲル、イェルグ
 スイス国 CH-8008 チューリッヒ ル
 ッセンベク 34

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		later Int. Application No. PCT/CH 96/09335
IPC 6	H02K/09 A61M/10	F04D13/06 F16C39/06
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
IPC 6 H02K A61M F04D F16C		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 779 614 A (NOISE JOHN C) 25 October 1988	1,4,5, 21,22
Y	see abstract	2,3, 6-20, 23-25
	see column 1, line 34 - column 1, line 51	
	see column 2, line 4 - column 2, line 64	
	see column 3, line 16 - column 4, line 9	
	see figures 1,2	

Y	DE 24 06 790 A (LICENTIA GMBH) 14 August 1975	2,9
	see the whole document	

	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "B" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "A" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
28 April 1997		09.05.97
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5118 Patetclaus 2 NL - 2200 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3010		Authorized officer Ramos, H

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1993)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Patent Application No.

PCT/CH 96/08335

C(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 112 200 A (ISAACSON MILTON S ET AL) 12 May 1992 see abstract see column 3, line 4 - column 3, line 35 see column 1, line 60 - column 1, line 65 see figure 1 ---	3,4,7,8, 10-15
Y	FR 2 681 384 A (DORYOKURO KAKUNENRYO) 19 March 1993 see page 6, line 13 - page 6, line 19 see page 2, line 34 - page 3, line 26 ---	5,6,8
Y	US 5 385 581 A (BRAMM GUNTER L ET AL) 31 January 1995 see abstract see column 3, line 58 - column 3, line 68 see column 4, line 54 - column 4, line 58 see column 7, line 63 - column 8, line 18 see column 34, line 33 - column 34, line 58 see figure 2 ---	3,5-7, 16-25
Y	US 5 470 208 A (KLETSCHKA HAROLD D) 28 November 1995 see figure 1 see column 11, line 33 - column 11, line 58 see column 6, line 44 - column 6, line 67 see column 5, line 66 - column 6, line 4 see column 3, line 51 - column 3, line 61 see column 2, line 33 - column 3, line 20 see abstract ---	3-5,7, 16-23
A	ESAO, 1 - 3 September 1982, BRUSSELS, BELGIUM, pages 215-218, XP002029773 6 BRAMM ET AL: "Axial Centrifugal Blood Pump with Electromagnetically Suspended Rotor" see figures ---	3
A	US 5 484 266 A (MURGA JOSE) 16 January 1995 see abstract ---	2,3
A	EP 0 467 234 A (ROERIG FARMACEUTICI ITALIANA S) 22 January 1992 -----	16-20

Form PCT/ISA/218 (continuation of second sheet) (July 1995)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 In: International Application No
 PCT/CH 96/00335

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4779614 A	25-10-88	AU 1701888 A	04-11-88
		CA 1323467 A	26-10-93
		WO 8807842 A	20-10-88
DE 2406790 A	14-08-75	DE 2457084 A	10-06-76
		GB 1500809 A	15-02-78
		NL 7501466 A	12-08-75
US 5112200 A	12-05-92	AU 8056091 A	31-12-91
		WO 9119103 A	12-12-91
		US 5211546 A	18-05-93
FR 2681384 A	19-03-93	JP 5071492 A	23-03-93
US 5385581 A	31-01-95	US 5078741 A	07-01-92
		US 5326344 A	05-07-94
		US 4944748 A	31-07-90
US 5470208 A	28-11-95	US 5195877 A	23-03-93
		US 5055005 A	08-10-91
		AU 673886 B	28-11-96
		AU 5802194 A	04-07-94
		EP 0631649 A	04-01-95
		JP 7504015 T	27-04-95
		WO 9413955 A	23-06-94
		AU 656023 B	16-02-95
		AU 2867592 A	03-05-93
		EP 0607320 A	27-07-94
		JP 6510586 T	24-11-94
		WO 9307388 A	15-04-93
		AT 129640 T	15-11-95
		AU 8762691 A	28-04-92
		DE 69114306 D	07-12-95
		DE 69114306 T	11-07-96
		EP 0591288 A	13-04-94
US 5484266 A	16-01-96	ES 2079681 T	16-01-96
		WO 9206297 A	16-04-92
		WO 9418458 A	18-08-94
		EP 0635161 A	25-01-95

Form PCT/ISA/210 (quest. family member) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. nat. Application No.
PCT/CH 96/00335

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5484266 A		JP 7509040 T	05-10-95
EP 0467234 A	22-01-92	IT 1243345 B	10-06-94
		AT 134515 T	15-03-96
		DE 9188432 U	29-08-91
		DE 69117367 D	04-04-96
		DE 69117367 T	11-07-96
		ES 2083487 T	16-04-96
		JP 4241872 A	28-08-92
		US 5322413 A	21-06-94

Form PCT/ISA/210 (patent family member) (July 1992)